

Nutr Hosp. 2015;32(4):1468-1475
ISSN 0212-1611 • CODEN NUHOEQ
S.V.R. 318

Original / *Obesidad*

Adiposidad corporal y su relación con componentes del síndrome metabólico en adultos de Bogotá, Colombia

Katherine González-Ruíz[1,2], Jorge Enrique Correa-Bautista[2] y Robinson Ramírez-Vélez[3]

[1]*Grupo de Ejercicio Físico y Deportes, Facultad de Salud, Programa de Fisioterapia, Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, D.C.* [2]*Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física (CEMA), Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario, Bogotá D.C.* [3]*Grupo GICAEDS. Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación. Universidad Santo Tomás. Bogotá, D.C. Colombia.*

Resumen

Objetivo: **recientemente, Bergman *et al.* desarrollaron el índice de adiposidad corporal (IAC) como un marcador de obesidad por exceso de grasa corporal en la práctica clínica. Este estudio valoró la prevalencia de obesidad y de síndrome metabólico (SM), además de examinar la relación del IAC como predictor de riesgo en los componentes e índices aterogénicos asociados al SM en adultos de Bogotá, Colombia.**

Métodos: **estudio transversal en 690 hombres del sector educativo y administrativo de Bogotá, Colombia. El IAC se estimó con la ecuación de Bergman *et al.* Los componentes del SM evaluados fueron (circunferencia de cintura ≥ 90 cm; glucemia en ayunas ≥ 100 mg/dL; presión arterial ≥ 135/85 mmHg; trigliceridemia ≥ 150 mg/dL, y c-HDL ≤ 40 mg/dL. Se calcularon índices aterogénicos (colesterol/c-HDL, c-LDL/c-HDL, triglicéridos/c-HDL, índice lipídico-metabólico [ILM] y score de SM).**

Resultados: **la prevalencia de obesidad por IAC (> 26,1%) y de SM fue de 50,1% y 19,1%, respectivamente. Los sujetos con SM e IAC > 26,1% presentaron menores niveles de c-HDL y mayor frecuencia en los componentes asociados al SM (circunferencia de cintura, colesterol total y triglicéridos séricos). Con relación a los índices aterogénicos, el IAC fue capaz de predecir en 1,78 (IC95% 1,25-2,55), 1,46 (IC95% 1,01-2,14), 1,97 (IC95% 1,29-3,02), 2,04 (IC95% 1,23-3,39) y 1,47 (IC95% 1,03-2,11) la elevación en el c-LDL, ILM, score de SM y los cocientes CT/c-HDL, y triglicéridos/c-HDL, respectivamente (p < 0,05).**

Conclusión: **los participantes con mayores valores en el IAC presentan mayor frecuencia y asociación positiva con los componentes relacionados al SM.**

(*Nutr Hosp*. 2015;32:1468-1475)

DOI:10.3305/nh.2015.32.4.9164

Palabras clave: *Obesidad. Síndrome metabólico. Hombres. Colombia.*

Correspondencia: Robinson Ramírez Vélez.
Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación.
Universidad Santo Tomás. Carrera 9 N.º 51-23.
Bogotá, D.C, Colombia.
E-mail: robinsonramirez@usantotomas.edu.co;
robin640@hotmail.com

Recibido: 20-IV-2015.
Aceptado: 26-VI-2015.

BODY ADIPOSITY AND ITS RELATIONSHIP OF METABOLIC SYNDROME COMPONENTS IN COLOMBIAN ADULTS

Abstract

Objective: **recently, Bergman *et al.* have introduced a new index of adiposity, namely, body adiposity index (BAI), as a marker of obesity excess body fat in clinical practice. We aimed to determine the prevalence of obesity and metabolic syndrome (MetS) and to assess the predicting ability of BAI in various atherogenic indices, MetS and its components among adult from Bogota, Colombia.**

Methods: **cross-sectional study in 690 male. MetS components (waist circumference ≥ 90 cm; fasting plasma glucose ≥ 100 mg/dL, blood pressure ≥ 135/85 mm Hg; triglycerides ≥ 150 mg/dL and HDL-c ≤ 40 mg/dL were measured. Atherogenic indices (cholesterol/HDL-c, LDL-c/HDL-c, triglycerides/HDL-c, lipid-metabolic index [LMI] and MetS score) were calculated.**

Results: **the prevalence of obesity by BAI (cut-point > 26.1%) and MetS was 50.1% and 19.1%, respectively. Subjects with MetS and obesity by BAI, show lower HDL-c levels and more frequently components of MetS (waist circumference, cholesterol and serum triglycerides). Predicting ability of BAI with a greater odds for atherogenic indices were 1.78 (95%CI 1.25 to 2.55), 1.46 (95%CI 1.01 to 2.14), 1.97 (95% 1.29 to 3.02), 2.04 (95%CI 1.23 to 3.39) and 1.47 (95%CI 1.03 to 2.11), elevation in LDL-c, LMI, MetS score and cholesterol/HDL-c, and triglyceride/HDL-c, respectively (p < 0.05).**

Conclusion: **subjects with higher levels of BAI show raised prevalence of obesity and positively associated with components of MetS.**

(*Nutr Hosp*. 2015;32:1468-1475)

DOI:10.3305/nh.2015.32.4.9164

Key words: *Obesity. Metabolic syndrome. Men. Colombia.*

Introducción

El SM consiste en la agregación de varios factores de riesgo cardiometabólico (FRCM), entre los que habitualmente se considera la obesidad abdominal, la dislipemia aterogénica, la elevación de la presión arterial y la glucemia[1,2]. Los individuos con SM tienen mayor riesgo de incrementar depósitos de grasa corporal, y por tanto contar con un mayor riesgo de diabetes mellitus tipo 2 (DM2) y de enfermedad cardiovascular (ECV). El conjunto de signos y síntomas que conforman el denominado SM son altamente comunes en América Latina y ocurren frecuentemente como condiciones asociadas[3].

El conocimiento sobre la epidemiología del SM se ha ralentizado por la existencia de varias definiciones operativas. El comité internacional propuso en 2009 una definición armonizada de SM que facilita las comparaciones entre estudios[4]. A la fecha, dos estudios en Colombia han proporcionado estimaciones de la prevalencia de SM con esta nueva definición. En el estudio de Ruiz et al.[5] se reportó una frecuencia de SM del 9%, mientras que el trabajo de Fonseca-Camacho et al.[6] la prevalencia alcanza el 23%. No obstante, en ambos estudios no fue explorada la relación entre los componentes y frecuencia del SM con alteraciones en indicadores antropométricos de obesidad/adiposidad.

En estudios epidemiológicos, las variables antropométricas que estiman la obesidad/adiposidad, y que se han relacionado como posibles predictores de SM, son el índice de masa corporal (IMC), la circunferencia de cintura (CC), el perímetro de cadera (PC) y brazo (PB), y el porcentaje de grasa corporal (%GC). Sin embargo, en la literatura actual, no existe aún un consenso definitivo sobre el mejor método antropométrico predictor de SM en adultos. Sobre este último, existe un acuerdo internacional para evaluar el incremento en la obesidad/adiposidad a través de la estimación indirecta del tejido adiposo como marcador de %GC. Recientemente, Bergman et al.[7] han sugerido un sencillo marcador denominado índice de adiposidad corporal (IAC), para contrarrestar la limitación del IMC o la CC en sujetos americanos y afrodescendientes mexicanos. Este índice ha mostrado una fuerte correlación ($r = 0,85$; $P < 0,001$) con el %GC, estimado por Absorciometría de Rayos X de Doble Energía (DXA), más que el IMC, en ambos sexos. No obstante, el uso clínico del IAC ha sido criticado en varios estudios de validación, debido a que la correlación entre el IAC y el %GC, no fue controlado por el sexo[8], o los niveles de grasa corporal[9,10]. Además, otras diferencias como los niveles de actividad física[11], la longitud relativa de los miembros inferiores[12], o la estatura corporal[13] podrían afectar la estimación indirecta del %GC[14].

Este índice ha sido validado en Suramericanos[15,16,17,18], y usado en población Norteamericana con obesidad severa[19], con FRCM[8,20] y recientemente en mujeres caucásicas postmenopáusicas[21] y población del Sur de Asia[22]. Hasta ahora, pocos estudios han evaluado la relación del IAC con la frecuencia de los componentes asociados al SM[21,22], a pesar del interés de tener más parámetros que permitan evaluar la obesidad/adiposidad como desenlace clínico relacionado al SM.

Este estudio valoró la prevalencia de obesidad y de síndrome metabólico (SM); además examinó la relación del IAC como predictor de riesgo en los componentes e índices aterogénicos asociados al SM en adultos de Bogotá, Colombia.

Materiales y métodos

Diseño y población

Durante el segundo semestre del 2014, se planteó un estudio observacional, descriptivo y transversal, en 690 hombres del sector educativo y administrativo del área metropolitana de la cuidad Bogotá, D.C, Colombia. Mediante la ecuación $n = (Z_{1-}\alpha_{/2} + Z_{1-}\beta)^2 p0 (1-p0)/\delta^2$; $n = 20 (0.90)/0.05$; se calculó un tamaño de muestra de 360 participantes, para obtener prevalencia de 20% de SM según reportes de Fonseca-Camacho et al.[6] en población universitaria de Colombia. La selección de la muestra se realizó mediante convocatoria voluntaria. Se excluyeron participantes con diagnóstico médico o clínico de enfermedad sistémica mayor como DM2, hipertensión arterial, hipo/hipertiroidismo, antecedentes de historia de abuso de drogas o alcohol, IMC ≥ 35 kg/m^2 y padecimiento de procesos inflamatorios o infecciosos.

Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de cada participante y el Comité de Ética en Humanos del centro académico aprobó la intervención siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki y la normativa legal vigente colombiana que regula la investigación en humanos (Resolución 008430 del Ministerio de Salud de Colombia, acta de aprobación Nº 01-1802-2013). Los participantes que aceptaron y firmaron el consentimiento informado se citaron para los siguientes procedimientos:

Evaluación antropométrica

Los participantes aportaron información acerca de su historia clínica, indicando antecedentes personales y familiares de enfermedad cardiovascular precoz y valoración antropométrica que comprendió: altura, peso, CC y PC; mediante las técnicas estandarizadas de López et al.[23] en población Colombiana. La altura se registró en estiramiento con Estadimetro Portátil (SECA 206®; Hamburgo Alemania) (rango 0 – 220 cm) de 1 mm de precisión. El peso se midió con balanza de piso *Tanita* (modelo TBF-410GS™, Arlington Heights, IL 60005, USA) con capacidad máxima

de 200 kg y mínima de 100 g. Con estas variables se calculó el IMC en kg/m^2, adoptándose los límites de corte recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), 1998[24]. Posteriormente, con cinta métrica plástica con una precisión de 1 mm (*Holtain Ltd., Crymych Dyfed, RU*) se midió la CC y el PC, tomando los referentes anatómicos descritos por la OMS[25].

Indicadores de adiposidad y composición corporal

El IAC se estimó con la ecuación propuesta por Bergman et al.[7] IAC=[(PC, en cm)/((altura, en m)^{1,5})-18)]. El punto de corte tomado como exceso de grasa por adiposidad corporal fue el reportado por Gonzalez-Ruíz et al.[16] ≥ 26,1 %. La Relación Cintura-Estatura (RCE) fue determinada por la división de la CC (cm) por la altura (cm) y se tomó como punto de corte un resultado ≥ 0,50[25]. La composición corporal se estimó por bioimpedancia eléctrica (BIA) de 8 segmentos marca SECA mBCA 515® (HANS E. RÜTH S.A, Hamburgo Alemania) de acuerdo con las indicaciones y ecuaciones señaladas en el manual del usuario. La frecuencia de inducción se valoró a una intensidad de 50 kHz, con una sensibilidad de estimación de la masa de grasa de 0,1 kg (0,1%). Con este analizador se obtuvo la Grasa corporal (%), el IMC (Kg/m^2), la Masa proteica (Kg), la Masa libre de grasa (Kg), el Agua intracelular y extracelular total (L), el Grado de hidratación (%), el Vector de reactancia (Xc) y resistencia (R), el Ángulo de Fase (Φ), la Tasa metabólica basal (Kcal/d) y el Consumo energético total (Kcal/d). Esta medición se realizó luego de 10-12 h de ayuno, con la vejiga vacía y sobre una superficie estable y no conductora.

Biomarcadores en sangre

Las mediciones bioquímicas, se realizaron tomando una muestra capilar (40μL) según las recomendaciones técnicas del fabricante para las concentraciones de glucosa en ayunas (GA), triglicéridos (TG), colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (c-HDL) y colesterol total (CT) por análisis enzimático con equipo Cardiocheck®. El colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (c-LDL) se calculó por la fórmula de *Friedewald*[26] cuando los valores de triglicéridos eran < 400 mg/dL. Las extracciones de sangre se realizaron entre las 08.00 y las 09.00, tras 10-12 h de ayuno (Promedio ± 11,2 h).

Medición de presión arterial

La presión arterial se determinó con esfingomanómetro digital *Welch Allyn*® modelo OSZ 5 (*Illinois, EE.UU*®) en el brazo derecho en dos ocasiones, con un intervalo de cinco minutos entre sí, con los participantes en posición sedente y después de diez minutos de reposo. La presión arterial media (PAM), se calculó mediante la fórmula: (2 • Tensión arterial sistólica [TAS] + Tensión arterial diastólica [TAD])/3.

Componentes de SM

Se tomaron los criterios descritos por la Federación Internacional de Diabetes (por sus siglas en inglés, IDF)[4]: obesidad abdominal (CC ≥ 90 cm), TAS ≥ 135 mm Hg, TAD ≥ 85 mm Hg, CT ≥ 200 mg/dL, TG ≥ 150 mg/dL y c-HDL ≤ 40 mg/dL.

Índices aterogénicos

Con los valores de TG, c-LDL, c-HDL y GA se estableció el índice lipídico-metabólico de riesgo cardiovascular como se sugiere en el trabajo de García-Artero et al.[27] Cada una de estas variables sanguíneas fue tipificada como, Z = ([valor– media]/desviación estándar). La variable tipificada del c-HDL fue multiplicada por [–1] debido a que su relación con el riesgo cardiovascular es contraria al resto de las variables. El índice lipídico-metabólico de riesgo cardiovascular se calculó como la suma de las 4 variables tipificadas, de modo que los valores inferiores a este parámetro suponen un perfil lipídico-metabólico más cardiosaludable. Por la definición, su media es cero. Adicionalmente, se tomaron los componentes de SM en adultos y se calculó la puntuación de riesgo para SM de manera continua (score de SM), con la suma de los residuos tipificados (score-z) de las variables CC, colesterol total, LDL, HDL, triglicéridos y TAS. La razón de probabilidad de riesgo para SM, se obtuvo de los sujetos con valores ≥ 1 ± DE para la edad media como lo reporta el trabajo de Artero et al.[28] Por último, se calculó el índice de Castelli (CT/c-HDL)[29], índice pro-aterogénico (c-LDL/c-HDL), y el cociente de triglicéridos/c-HDL como su expresión clínica[30].

Plan de análisis

El procesamiento y análisis de la información se realizó con el programa *Statistical Package for Social Science*® software, versión 22 (SPSS; Chicago, IL, USA). La distribución de la muestra se analizó con el test de normalidad de *Kolmogorov-Smirnov*. Los valores continuos se expresaron como media y desviación estándar. La relación entre los subgrupos del IAC (< 26 % y > 26,1 %) y los componentes e índices aterogénicos relacionados al SM, se testearon con el coeficiente de correlación parcial de *Pearson* y las diferencias entre los coeficientes fueron constatadas con la fórmula de *Cohen*. Se estimó la prevalencia de SM total y en los subgrupos del IAC. Se calculó el

odds ratio (OR) e intervalos de confianza al 95% (IC 95%) ajustados por edad e IMC, mediante métodos de selección por pasos de inclusión secuencial (*forward selection*) y de paso a paso (*step by step*). El procedimiento de incorporación de variables fue dado por finalizado cuando la significación de "p" aportada por una variable a su entrada en la regresión excedió 0,05 entre el IAC y los componentes del SM, ajustados por edad e IMC. El nivel de significancia estadística se fijó a un valor *p*<0,05.

Resultados

Análisis descriptivo

Constituyeron la muestra final 690 hombres con edad media de 27,9 ± 10,5 años, peso 68,4 ± 13,6 kg, estatura 1,69 ± 0,08 m, CC 81,0 ± 11,9 cm, PC 97,0 ± 8,7 cm e IMC de 23,9 ± 3,8 Kg/m². Un 44,4 % de la población presentó un IMC > 26,1%. El promedio del IAC fue de 23,3 ± 4,1 %, la RCE 0,48 ± 0,06, la masa grasa 13,7 ± 6,3 kg y el %GC por BIA de 21,2 ± 8,5 %. Los biomarcadores metabólicos presentaron valores promedio de 165,9 ± 44,2 mg/dL para el colesterol total, 114,9 ± 80,7 mg/dL en triglicéridos, 47,5 ± 13,4 en el colesterol c-HDL, 92,5 ± 34,4 mg/dL del colesterol c-LDL, 80,3 ± 13,6 mg/dL para la Glucosa en ayunas, 0,16 ± 1,33 en el índice lipídico-metabólico, y para el score de SM -1,07 ± 0,37. El promedio de TAS fue 115,5 ± 13,3 mm Hg, TAD 71,1 ± 9,4 mm Hg y TAM 85,8 ± 9,6 mm Hg, tabla I.

Coeficientes de correlación parcial entre el IAC y componentes e índices aterogénicos asociados a SM

Las correlaciones parciales entre los subgrupos de adiposidad y los componentes e índices aterogénicos de SM, se muestran en la tabla II. Tras ajustar por edad e IMC, los sujetos del subgrupo < 26,0%, muestran una relación inversa en los componentes CC (r=-0,271; p<0,01), colesterol total (r=-0,180; p<0,01) y triglicéridos (r=-0,178; p<0,01). Este fenómeno también se observó en el índice lipídico-metabólico (r=-0,143; p<0,05), score de SM (r=-0,204; p<0,01) y en el cociente triglicéridos/c-HDL (r=-0,116; p<0,05). La tensión arterial sistólica y diastólica se relacionó de manera positiva en el subgrupo > 26,1 con valores de (r=0,123; p<0,05) y (r=0,175; p<0,01), respectivamente.

Frecuencia y relación de componentes asociados a SM por subgrupos de adiposidad

El presente estudio detecta una prevalencia de SM del 19,1% según criterios del IDF. Los bajos niveles de c-HDL, la trigliceridemia y la obesidad abdominal

Tabla I
Características antropométricas, clínicas y bioquímicas de la población evaluada

Características	*Media ± DE*
Antropometría	
Edad (años)	27,9 ± 10,5
Peso (Kg)	68,4 ± 13,6
Estatura (m)	1,69 ± 0,08
Circunferencia de cintura (cm)	81,0 ± 11,9
Perímetro de cadera (cm)	97,0 ± 8,7
Índice de masa corporal (Kg/m²)	23,9 ± 3,8
Estado nutricional	
Normopeso n (%)	462 (66,6)
Sobrepeso n (%)	172 (24,8)
Obesidad n (%)	56 (8,1)
Composición corporal	
Índice de adiposidad corporal (%)	23,3 ± 4,1
Relación cintura-estatura	0,48 ± 0,06
Masa grasa (kg)	13,7 ± 6,3
Grasa corporal (%)	21,2 ± 8,5
Índice de masa grasa (Kg/m²)	4,9 ± 2,3
Masa proteica (Kg)	17,7 ± 2,1
Masa libre de grasa (Kg)	24,9 ± 5,9
Agua intracelular total (L)	36,4 ± 7,4
Agua extracelular total (L)	14,6 ± 2,5
Grado de hidratación (%)	67,4 ± 6,2
Vector de reactancia (Xc)	67,1 ± 7,8
Vector de resistencia (R)	657,3 ± 101,7
Ángulo de Fase (Φ)	5,8 ± 0,7
Tasa metabólica basal (Kcal/d)	1559,5 ± 230,4
Consumo energético total (Kcal/d)	2708,3 611,2
Biomarcadores	
Colesterol total (mg/dL)	165,9 ± 44,2
Triglicéridos (mg/dL)	114,9 ± 80,7
HDL (mg/dL)	47,5 ± 13,4
LDL (mg/dL)	92,5 ± 34,4
Glucosa (mg/dL)	80,3 ± 13,6
Índices aterogénicos	
Índice lipídico-metabólico	0,16 ± 1,33
Score de SM	-1,07 ± 0,37
CT/c-HDL	3,7 ± 2,0
c-LDL/c-HDL	2,1 ± 1,3
Triglicéridos/c-HDL	2,7 ± 2,9
Presión arterial	
Tensión arterial sistólica (mm Hg)	115,5 ± 13,3
Tensión arterial diastólica (mm Hg)	71,1 ± 9,4
Tensión arterial media (mm Hg)	85,8 ± 9,6

Valores presentados en media ± desviación estándar

Tabla II
Coeficientes de correlación parcial entre el IAC y los componentes e índices aterogénicos de SM en adultos de Bogotá, Colombia

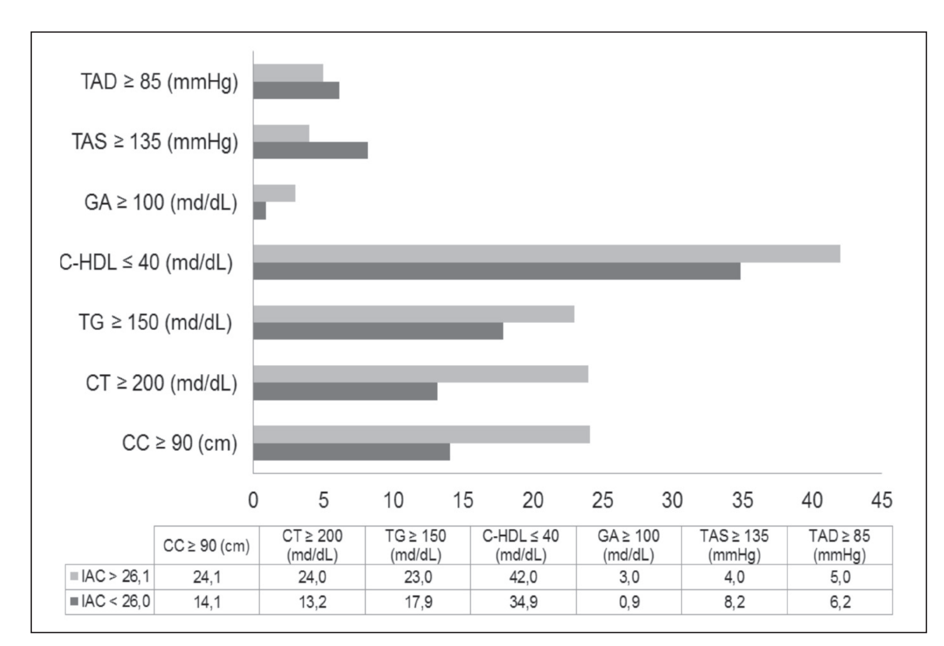
Características	IAC	
	< 26,0 %	> 26,1 %
Componentes del SM		
Circunferencia de cintura (cm)	-0,271**	0,055
Colesterol total (mg/dL)	-0,180**	0,102
Triglicéridos (mg/dL)	-0,178**	0,002
c-HDL (mg/dL)	-0,007	0,063
Glucosa (mg/dL)	0,007	0,037
Tensión arterial sistólica (mm Hg)	0,039	0,123*
Tensión arterial diastólica (mm Hg)	0,057	0,175**
Índices aterogénicos		
Índice lipídico-metabólico	-0,143*	-0,048
Score de SM	-0,204**	-0,154
CT/c-HDL	0,090	-0,055
c-LDL/c-HDL	0,091	-0,101
Triglicéridos/c-HDL	-0,116*	-0,019

*Correlación parcial bilateral por coeficiente de Pearson *p<0.05;**p<0.01*

fueron los componentes con mayor prevalencia con valores de 27,1%, 20,6% y 19,0%, respectivamente, mientras que la hiperglucemia (1,9%) y la presión arterial ≥ 135/85 mmHg (6,1%) obtuvieron la menor frecuencia. La prevalencia de obesidad por IAC fue de 50,1%. Al diferenciar por subgrupos de adiposidad, los sujetos con SM y con IAC > 26,1%, presentaron menores niveles de c-HDL y mayores valores en los componentes del SM: CC, colesterol total y triglicéridos séricos, figura 1.

Adiposidad como predictor de riesgo en los componentes e índices aterogénicos relacionados al SM

Los participantes que presentaron valores del IAC por encima de 26,1%, mostraron OR=1,93 veces (IC95% 1,42-2,62) obesidad abdominal por CC. Respecto a los índices aterogénicos, el IAC fue capaz de predecir en OR=1,78 (IC95% 1,25-2,55), OR=1,46 (IC95% 1,01-2,14), OR=1,97 (IC 95% 1,29-3,02), OR=2,04 (IC95% 1,23-3,39), y OR=1,47 (IC95%



	CC ≥ 90 (cm)	CT ≥ 200 (md/dL)	TG ≥ 150 (md/dL)	C-HDL ≤ 40 (md/dL)	GA ≥ 100 (md/dL)	TAS ≥ 135 (mmHg)	TAD ≥ 85 (mmHg)
IAC > 26,1	24,1	24,0	23,0	42,0	3,0	4,0	5,0
IAC < 26,0	14,1	13,2	17,9	34,9	0,9	8,2	6,2

Fig. 1.—Porcentaje de casos y componentes del SM según subgrupo de adiposidad en adultos de Bogotá, Colombia

1,03-2,11), la elevación en los niveles de c-LDL, índice lipídico-metabólico, score de SM y los cocientes CT/c-HDL, y triglicéridos/c-HDL, respectivamente, (p<0,05). Figura 2.

Discusión

El principal hallazgo de este trabajo es que los participantes que presentan un IAC ≥ 26,1%, tienen mayor alteración en los componentes asociados al SM. Hasta donde sabemos, este es el primer trabajo que explora la utilidad del IAC en la predicción del riesgo del SM en sujetos sin enfermedad cardio-metabólica conocida. El IAC, en un modelo matemático que podría ser aplicado a grupos étnicos diferentes facilitando los estudios comparativos entre poblaciones, lo que supondría un avance en las limitaciones de los índices antropométricos comunicados en otros estudios y la obtención de valores de corte independientes de la población[31].

Frecuencia y relación de componentes asociados a SM por subgrupos de adiposidad

El presente estudio detecta una prevalencia de SM del 19,1% según criterios del IDF, resultado inferior al encontrado en el estudio de Ruiz et al.[5] (9%) y cercano a lo reportado por Villegas et al.[32] (23.6%) y Fonseca-Camacho et al.[6] (23%) en población con características similares a las de este estudio. Respecto a los componentes del SM, la trigliceridemia (20,6 %), la obesidad abdominal (19,0 %) y el c-HDL bajo (27,1 %) fueron los más prevalentes, resultados menores a los descritos por Villegas et al.[31] (27,6 %) en el componente de CC y (38,8 %) en el c-HDL. Estos resultados también son cercanos a la media ponderada del Consenso Latinoamericano de Hipertensión en pacientes con DM2 y SM (24,9% rango: 18.8-43.3 %), y menor a los componentes (c-HDL bajo 62,9%) y obesidad abdominal (45,8%)[3].

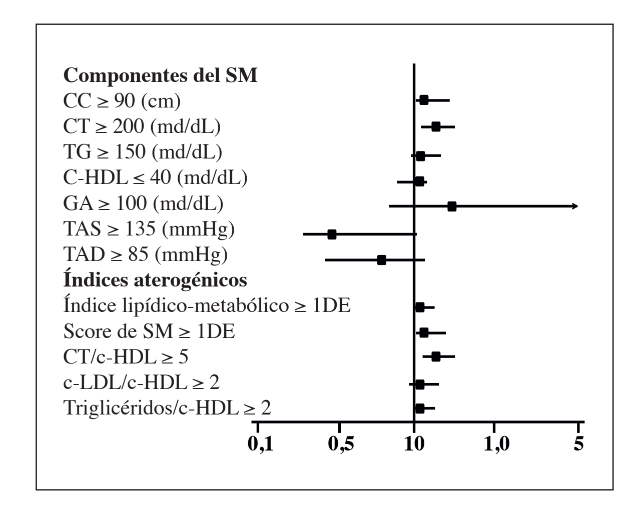


Fig. 2.—Odd ratio de los componentes e índices aterogénicos asociados al SM

En estudios poblacionales estadounidenses, con sujetos de edades similares a los presentados en este trabajo, la prevalencia de SM fue de (24 %)[33] y en población española de (13,4 %)[34]. Al diferenciar por subgrupos de adiposidad, los sujetos con SM y con IAC > 26,1 %, presentaron menores niveles de c-HDL y mayores valores en los componentes del SM: CC, colesterol total y triglicéridos séricos. Se ha identificado que las alteraciones del metabolismo lipoproteíco son el principal factor y representan alrededor del 50% del riesgo atribuible poblacional para el desarrollo de la enfermedad cardiovascular, especialmente con ateroesclerosis[3].

Respecto a la dislipidemia, *-componente de mayor prevalencia-* se ha determinado la influencia del metabolismo de grasas en la etiopatogenia y la expresión de diferentes procesos relacionados con aterosclerosis e inflamación. El incremento de riesgo cardiovascular podría estar sustentado en un aumento de radicales libres generados en reacciones donde participan los lípidos que podría alterar la sensibilidad a insulina y la reactividad vascular[6]. Una posible explicación a este resultado la constituyen los reportes de estudios que asocian una menor actividad de la enzima lipoproteín-lipasa en los músculos esqueléticos, inhibiendo el transporte de lípidos y lipoproteínas de la circulación periférica y de los tejidos para el hígado, contribuyendo así al incremento en los componentes relacionados al SM[35]. Esta observación también fue descrita por Pou et al.[36], quienes observaron que el aumento en la prevalencia del tejido adiposo visceral y de adiposidad se relacionan con el incremento de la categoría del IMC y la obesidad abdominal por la CC. Sobre este último, organismos científicos como la *American Heart Association* (AHA)[37] recomiendan que, en la estimación de la obesidad con indicadores antropométricos se incluyan medidas de adiposidad central como la CC o de grasa corporal para estratificar el riesgo cardiovascular en la población general, por lo que su medición en adultos jóvenes está claramente justificada.

Coeficientes de correlación parcial entre el IAC y componentes e índices aterogénicos asociados a SM

Los sujetos del subgrupo < 26,0%, muestran una relación inversa en los componentes del SM (CC, colesterol total y triglicéridos) e índice lipídico-metabólico, score de SM y cociente triglicéridos/c-HDL. Esta misma observación ha sido descrita previamente por Barreira et al.[38], Johnson et al.[10] López et al.[8] y Zhang et al.[14], en sujetos pertenecientes a países de EE.UU, España, y China, respectivamente. Por ejemplo, López et al.[8] en población española, encontraron una correlación significativa entre el IAC con la CC (r= 0,65; p<0,001) y el peso corporal (r= 0,58; p<0,001). En el trabajo de Bennasar-Veny et al.[39] con 1.474 hombres

(edad media 39,2 ± 10,8 años) el IAC se correlaciona con el IMC en r= 0,64 (p<0,001) y con el %GC por BIA en r= 0,74 (p<0,001). En población con factores de riesgo cardio-metabólicos, Dhaliwal et al.[20] describen correlaciones entre el IAC y el IMC, la CC y el PC (p<0,001). Sin embargo, tras ajustar por edad, la CC y la relación cintura-cadera, IAC se asoció significativamente como predictores de riesgo cardio-metabólico con OR=3,84 (IC95% 1,59-9,25) y OR=5,42 (IC95% 2,12-13,89), respectivamente.

Adiposidad como predictor de riesgo en los componentes e índices aterogénicos relacionados al SM

Nuestros datos muestran que el incremento de la adiposidad incrementa el riesgo de presentar obesidad abdominal y elevación en los índices aterogénicos (p<0,05). Sobre este hallazgo, el trabajo de Lichtash et al.[40], demostró una correlación significativa entre el IAC con alteraciones del metabolismo lipídico, justificando que la medición de la adiposidad, podría representar una medida adicional en la predicción del riesgo para SM. Este desequilibrio puede deberse a un incremento de las variables aterogénicas contenidas en el numerador, a un descenso de la variable anti-aterogénica del denominador o a ambos como el encontrado en este trabajo. Además el estado subyacente de resistencia a la insulina es, probablemente, el mecanismo que origina las alteraciones en el metabolismo lipídico detectado en estos sujetos, que presentan, como característica antropométrica frecuente, una distribución adiposa de predominio abdominal, aunque la patogénesis no se ha establecido definitivamente[31].

Algunos aspectos deben ser tenidos en cuenta como limitantes del presente estudio. Por ejemplo, el tamaño de la muestra, las características propias de la población, el diseño del trabajo y el tipo de muestreo, pueden ser consideradas fuentes potenciales de sesgos. Tampoco fueron incluidas otras variables que pueden estar asociados al perfil de riesgo cardio-metabólico, tales como la etnia, aspectos socio-económicos, nutricionales, y niveles de actividad física. Sin embargo, no existen argumentos para creer que las relaciones descritas ocurran exclusivamente en la población de la que procede nuestra muestra, pues se observó convergencia de los resultados con datos descritos en otros estudios nacionales[5,6,16-18] e internacionales[19-23,38-40].

En conclusión, los resultados de esta investigación indican que los participantes con elevados niveles de IAC presentan mayor frecuencia y asociación positiva con los componentes relacionados al SM. Nuestros resultados también ilustran la necesidad de hacer intervenciones en estilos de vida saludables de la población estudiada en atención primaria de salud. Se requieren estudios observacionales con un mayor tamaño de muestra con otras poblaciones y grupos etáreos, y especialmente estudios longitudinales y prospectivos, para constatar los resultados obtenidos en este trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores del estudio declaran no tener conflicto de interés.

Agradecimientos

A la unidad de Investigaciones Convocatoria FODEIN-USTA 2014 Nº 2013004 Proyecto "Asociación de la fuerza prensil con manifestaciones tempranas de riesgo cardiovascular en adultos jóvenes colombianos" y al Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física (CEMA), de la Universidad del Rosario por el apoyo financiero y científico, respectivamente.

Referencias

1. Oda E. Metabolic syndrome: its history, mechanisms, and limitations. *Acta Diabetol*. 2012;49:89-95.
2. Guallar-Castillón P, Pérez RF, López García E, León-Muñoz LM, Aguilera MT2, Graciani A, Gutiérrez-Fisac JL, et al. Magnitude and management of metabolic syndrome in Spain in 2008-2010: the ENRICA study. *Rev Esp Cardiol*. 2014;67(5):367-73.
3. López-Jaramillo P, Sánchez RA, Díaz M, Cobos L, Bryce A, Parra-Carrillo JZ; nombre del Grupo de Expertos de Latinoamérica. Latin American consensus on hypertension in patients with diabetes type 2 and metabolic syndrome. *Clin Investig Arterioscler*. 2014;26(2):85-103.
4. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation*. 2009;120:1640-5.
5. Ruiz ÁJ, Aschner PJ, Puerta MF, Cristancho RA. IDEA study (International Day for the Evaluation of Abdominal Obesity): primary care study of the prevalence of abdominal obesity and associated risk factors in Colombia. *Biomedica*. 2012;32(4):610-6.
6. Fonseca-Camacho DF, Hernández-Fonseca JM, González-Ruíz K, Tordecilla-Sanders A, Ramírez-Vélez R. A better self-perception of physical fitness is associated with lower prevalence of metabolic syndrome and its components among university students. *Nutr Hosp*. 2014;31(3):1254-63.
7. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, et al. A better index of body adiposity. *Obesity* (Silver Spring). 2011;19:1083-89.
8. López AA, Cespedes ML, Vicente T, Tomas M, Bennasar-Veny M, Tauler P, et al. Body adiposity index utilization in a Spanish Mediterranean population: comparison with the body mass index. *PLoS One*. 2012;7(4):e35281.
9. Freedman DS, Thornton JC, Pi-Sunyer FX, Heymsfield S, Wang J,Pierson RN, et al. The Body Adiposity Index (Hip Circumference / Height(1.5)) Is Not a More Accurate Measure of Adiposity Than Is BMI, Waist Circumference, or Hip Circumference. *Obesity* (Silver Spring). 2012;20:2438-44.
10. Johnson W, Chumlea WC, Czerwinski SA, Demerath EW. Concordance of the recently published body adiposity index

with measured body fat percent in European-American adults. *Obesity* (Silver Spring). 2012;20:900-3.
11. Luke A, Durazo-Arvizu R, Rotimi C, Prewitt TE, Forrester T, Wilks R, et al. Relation between body mass index and body fat in black population samples from Nigeria, Jamaica, and the United States. *Am J Epidemiol*. 1997;145:620-8.
12. Norgan NG. Population differences in body composition in relation to the body mass index. *Eur J Clin Nutr*. 1994;48(Suppl 3)S10-25; discussion S26-17.
13. Deurenberg P, Yap M, Van Staveren WA. Body mass index and percent body fat: a meta analysis among different ethnic groups. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998;22: 1164-71.
14. Zhang ZQ, Liu YH, Xu Y, Dai XW, Ling WH, Su YX, et al. The validity of the body adiposity index in predicting percentage body fat and cardiovascular risk factors among Chinese. *Clin Endocrinol* (Oxf). 2014;81(3):356-62.
15. Cerqueira M, Amorim P, Magalhães F, Castro E, Franco F, Franceschini S, et al. Validity of adiposity index in predicting body fat in a sample of Brazilian women. *Obesity* (Silver Spring). 2013;21(12):E696-9.
16. Ramírez-Vélez R, González-Ruíz K, Correa-Bautista JE. Evaluación del índice de adiposidad corporal en la predicción del porcentaje de grasa en adultos de Bogotá, Colombia. *Nutr Hosp*. 2015;32(1):55-60. [Epub ahead of print] doi: http://dx.doi.org/10.3305%2Fnutr+hosp.v32in01.9087.
17. Ramírez-Vélez R, González-Ruíz K. Body adiposity index in Colombian elite athletes: A comparison between the body mass index and other measures. *Rev Colomb Cardiol*. 2015;22(1):22-26. [Epub ahead of print] doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.rccar.2014.10.008 .
18. García AI, Niño-Silva LA, González-Ruíz K, Ramírez-Vélez R. Body adiposity index as marker of obesity and cardiovascular risk in adults from Bogotá, Colombia. *Endocrinol Nutr*. 2015;62(3):130-7.
19. Geliebter A, Atalayer D, Flancbaum L, Gibson CD. Comparison of body adiposity index (BAI) and BMI with estimations of % body fat in clinically severe obese women. *Obesity* (Silver Spring). 2013;21:493-8.
20. Dhaliwal SS, Welborn TA, Goh LG, Howat PA. Obesity as assessed by body adiposity index and multivariable cardiovascular disease risk. PLoS One. 2014;9(4):e94560.
21. Djibo DA, Araneta MR, Kritz-Silverstein D, Barrett-Connor E, Wooten W. Body adiposity index as a risk factor for the metabolic syndrome in postmenopausal Caucasian, AfricanAmerican, and Filipina women Diabetes Metab Syndr. 2014. [Epub ahead of print] doi: 10.1016/j.dsx.2014.04.011.
22. Almas A, Gowda VMN. Body adiposity index in metabolic syndrome. International Journal of Recent Trends in Science And Technology. 2015;14(2):316-21.
23. López CA, Ramírez-Vélez R, Gallardo CEG, Marmolejo LC. Características morfofuncionales de individuos físicamente activos. *Iatreia*. 2008;21;121-8.
24. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2000;894:1-255.
25. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0·5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev*. 2010;23(2):247-69.
26. Friedewald WT, Levy IR, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972;18:499-502.
27. García-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, González-Gross M, et al. Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study). *Rev Esp Cardiol*. 2007;60:581-8.
28. Artero EG, Ruiz JR, Ortega FB, Espana-Romero V, Vicente-Rodriguez G, et al. Muscular and cardiorespiratory fitness are independently associated with metabolic risk in adolescents: the HELENA study. *Pediatric Diabetes*. 2011;12:704-12.
29. Millán J, Pintó X, Muñoz A, Zúñiga M, Rubiés-Prat J, Pallardo LF, et al. Lipoprotein ratios: Physiological significance and clinical usefulness in cardiovascular prevention. *Vasc Health Risk Manag*. 2009;5:757-65.
30. Cordero A, Andres E, Ordonez B, Leon M, Laclaustra M, Grima A, et-al. Usefulness of triglycerides-to-high-density lipoprotein cholesterol ratio for predicting the first coronary event in men. *Am J Cardiol*. 2009;104:1393-7.
31. Bellido D, López de la Torre M, Carreira J, de Luis D, Bellido V, Soto A, et al. Índices antropométricos estimadores de la distribución adiposa abdominal y capacidad discriminante para el síndrome metabólico en población española. *Clin Investig Arterioscler*. 2014;25(3)105-9.
32. Villegas A, Botero J, Arango I, Arias S, Toro M. Prevalencia del síndrome metabólico en El Retiro, Colombia. *Iatreia* 2003;(4):291-7.
33. Ford ES, Giles WH, Dietz WH. Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA*. 2002;287:356-9.
34. León Latre M, Andrés EM, Cordero A, Pascual I, Vispe C, Laclaustra M, et al. Relación entre el síndrome metabólico y la mortalidad por cardiopatía isquémica en España. *Rev Esp Cardiol*. 2009;62:1469-72.
35. Dosman V, Triviño LP, Uribe Y, Agredo RA, Jerez AM, Ramírez-Vélez R. Asociación entre la aptitud física y los factores de riesgo de síndrome metabólico en trabajadores de una institución universitaria. *Rev Colomb Cardiol*. 2009;16:153-8.
36. Pou KM, Massaro JM, Hoffmann U, Lieb K, Vasan R, O´Donnell CJ, et al. Patterns of abdominal fat distribution. *Diabetes Care*. 2009;32:481-5.
37. Cornier MA, Després JP, Davis N, Grossniklaus DA, Klein S, Lamarche B; American Heart Association Obesity Committee of the Council on Nutrition; Physical Activity and Metabolism; Council on Arteriosclerosis; Thrombosis and Vascular Biology; Council on Cardiovascular Disease in the Young; Council on Cardiovascular Radiology and Intervention; Council on Cardiovascular Nursing, Council on Epidemiology and Prevention; Council on the Kidney in Cardiovascular Disease, and Stroke Council.Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2011;124:1996-2019.
38. Barreira TV, Harrington DM, Staiano AE, Heymsfield S, Katzmarzyk P. Body adiposity index, body mass index, and body fat in white and black adults. *JAMA*. 2011; 306:828-30.
39. Bennasar-Veny M, López-González AA, Tauler P, Cespedes ML, Vicente-Herrero T, Yañez A, et al. Body Adiposity Index and Cardiovascular Health Risk Factors in Caucasians: A Comparison with the Body Mass Index and Others. *PLoS ONE*. 2013;8(5):e63999.
40. Lichtash CT, Cui J, Guo X, Chen Y-DI, Hsueh WA, Rotter JL, et al. Body Adiposity Index versus Body Mass Index and Other Anthropometric Traits as Correlates of Cardiometabolic Risk Factors. *PLoS ONE*. 2013;8(6):e65954.